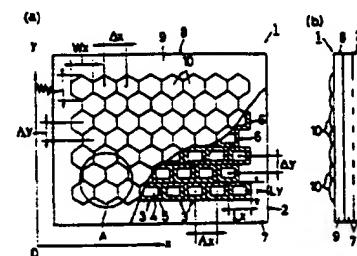


(54) IMAGE DISPLAY DEVICE AND MICROLENS ARRAY THEREFOR

(11) 6-160606 (A) (43) 7.6.1994 (19) JP
 (21) Appl. No. 4-332394 (22) 17.11.1992
 (71) OMRON CORP (72) OSAMU NISHIZAKI(1)
 (51) Int. Cl. G02B3/00

PURPOSE: To provide the image display device equipped with the microlens array which has a high effective aperture rate and small astigmatism.

CONSTITUTION: The microlens array 8 is arranged opposite a liquid crystal display panel 2 where rectangular pixels 3 are arrayed in a delta shape. This microlens array 8 is constituted by arraying hexagonal microlenses 10 almost without any gap, and the microlenses 10 correspond to the respective pixels 3 one to one. Specially, such microlenses 10 that the column-directional size W_x of pixels is nearly equal to the row-directional size W_y are preferable.



(51)Int.Cl.⁵
G 0 2 B 3/00識別記号 庁内整理番号
A 8106-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9(全11頁)

(21)出願番号 特願平4-332394

(22)出願日 平成4年(1992)11月17日

(71)出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72)発明者 西崎 修

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ
ムロン株式会社内

(72)発明者 青山 茂

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ
ムロン株式会社内

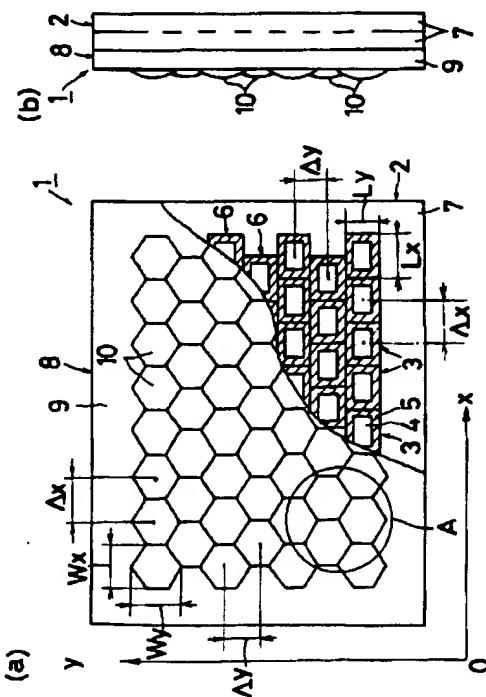
(74)代理人 弁理士 中野 雅房

(54)【発明の名称】 画像表示装置及び画像表示装置用のマイクロレンズアレイ

(57)【要約】

【目的】 有効開口率が高く、且つ非点収差の小さなマイクロレンズアレイを備えた画像表示装置を実現する。

【構成】 矩形の画素3をデルタ配列させた液晶表示パネル2にマイクロレンズアレイ8を対向させて配置する。このマイクロレンズアレイ8は、レンズ形状が6角形をしたマイクロレンズ10をほぼ隙間無く配列させたものであり、各マイクロレンズ10は各画素3と1対1に対応している。特に、このマイクロレンズ10は画素3の列方向における寸法W_xと行方向における寸法W_yとがほぼ等しいものが好ましい。



られているが、走査電極 X_1, X_2, \dots, X_i や表示電極 Y_1, Y_2, \dots, Y_j 等が配線されている配線領域5 5を縮小すると、歩止まりの低下や電気抵抗の増大等の弊害を生じるので、透明電極4 2の配置されている画素開口領域5 6の面積を縮小することによって画素寸法の縮小化を図っている。

【0007】しかしながら、図12に示すように、液晶表示パネル3 7に入射する光束 α のうち画素開口領域5 6に入射する光束 α は液晶表示パネル3 7を透過するが、配線領域5 5に入射する光束 α は走査電極 X_1, X_2, \dots, X_i や表示電極 Y_1, Y_2, \dots, Y_j 等に遮蔽され、スクリーン3 9側へ透過できない。このため、図12(1画素分の領域に入射及び透過する光束 α には破線による斜線を施している。)から明らかなように、画素4 0の有効開口率は、

画素4 0の有効開口率=画素開口領域5 6の面積/画素4 0の全面積

となる。この結果、画素開口領域5 6の面積を縮小させると、画素4 0の有効開口率が低下するため、照明光の透過率が低下し、画面が暗くなるという問題があった。例えば、図10には、画素4 0をデルタ配列(三角配列)した液晶表示パネル3 7における透明電極4 2及び走査電極 X_1, X_2, \dots, X_i 、表示電極 Y_1, Y_2, \dots, Y_j 等の具体的な配置パターンを示しているが、このような液晶表示パネル3 7の全ての画素4 0をオンにしても、この液晶表示パネル3 7の発光面積は図11の白抜き領域(発光領域である画素開口領域5 6を白抜きで示す。一方、影となる配線領域5 5は斜線を施している。)で示すような割合にしかならず、透明電極4 2を小さくすると液晶表示パネル3 7の画面が暗くなっている。

【0008】図13に示すものは別な従来例の斜視図であって、マイクロレンズアレイ5 7を備えた液晶表示パネル3 7を示している。なお、図13においては、1つの画素4 0に斜線を施してあり、対応するマイクロレンズ5 8にも斜線を施している。この従来例にあっては、レンズ形状が円形をしたマイクロレンズ5 8を液晶表示パネル3 7の画素4 0と同様に配列したマイクロレンズアレイ5 7を液晶表示パネル3 7のバックライト光源3 5側に設置してあり、バックライト光源3 5からの光を画素開口領域5 6に集光させることによって画面を明るくしている。

【0009】しかしながら、このようなレンズ形状が円形をしたマイクロレンズアレイ5 7を備えた液晶表示パネル3 7にあっては、集光に寄与しないデッドスペース(つまり、マイクロレンズ5 8とマイクロレンズ5 8との間の空隙部分)が多いため、マイクロレンズアレイ5 7の有効開口率(=マイクロレンズ5 8の面積[図13の斜線領域]の総和/マイクロレンズアレイ5 7の全体の面積)が低く、光の利用効率をさほど高めることができ

きなかった。

【0010】図14に示すものはさらに別な従来例であって、この従来例に用いられているマイクロレンズアレイ5 9においては、マイクロレンズ6 0のレンズ形状を矩形状(長方形)にしてマイクロレンズ6 0間の隙間をなくし、有効開口率を高めている。なお、マイクロレンズ6 0は液晶表示パネル3 7の画素4 0と同じピッチで配列され、画素4 0がマトリックス配列されている場合はマイクロレンズ6 0もマトリックス配列され、画素4 0がデルタ配列されている場合は図15に示すようにマイクロレンズ6 0もデルタ配列される。このようなマイクロレンズアレイ5 9を使用すれば、マイクロレンズアレイ5 9のデッドスペースをなくすことができ、図16に示すように、バックライト光源3 5からの照明光を全て画素開口領域5 6に集光させることができ、光の利用効率を極めて高くすることができる。

【0011】しかしながら、実際には画像の分解能を高めるために画素開口領域5 6の面積を小さくしていくと、以下の理由から照明光を画素開口領域5 6に集光することができなくなり、光の利用効率が悪くなる。すなわち、このようなマイクロレンズアレイは、ガラス基板上に配列したレンズ母材を溶融させ、溶融したレンズ母材が表面張力によってレンズ形状になったときに冷却硬化させて作製しているので、レンズ形状が円形でない場合はレンズ中心を通る各径方向によってレンズ面の曲率差が大きくなり、非点収差が発生するために1点に集光することができない。

【0012】図17(a)はレンズ形状が矩形状をしたマイクロレンズ6 0の正面図、図17(b)、(c)は図17(a)のD-D線断面図及びE-E線断面図である。レンズ形状が矩形の場合は、図17に示すように、マイクロレンズ6 0の長軸方向の曲率半径 R_y が短軸方向の曲率半径 R_x よりもだいぶ大きくなり、非点収差が発生する。このため、図18(a)に示すように、矩形状のマイクロレンズ6 0を通過した光線6 1は焦点距離 f_x, f_y に異なる2つの焦点L, Mを結び、x方向及びy方向のどちらの焦点L, Mにおいても図18(b)、(c)に示すように光線6 1はスリット光になる。したがって、マイクロレンズ6 0を透過させてもスポット光を得ることができず、画素開口領域5 6の面積を小さくした場合には、マイクロレンズアレイ5 9と液晶表示パネル3 7の距離を調節しても光線6 1を画素開口領域5 6内に収めることができなくなり、光の有効利用を図ることができなくなる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来の欠点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、有効開口率が大きく、且つレンズ面の曲率差が小さなマイクロレンズアレイと、そのマイクロレンズアレイを用いた高分解能かつ高輝度画面の画像表示装置

【0024】この液晶表示パネル2にあっては、矩形状をした多数の画素3が一対のガラス基板7、7間で隙間なく配列されており、各画素3は列方向(図1(a))においては、x方向で示している。)に一定の画素ピッチ Δx で一列に並んでおり、各画素列6は、隣接する画素列6同志が列方向画素ピッチの半ピッチ $\Delta x/2$ だけ列方向へずれた状態で一定の画素ピッチ Δy 毎に行方向(図1(a))においては、y方向で示している。)に配列されている。従って、各画素のx方向の寸法 L_x は列方向画素ピッチ Δx と等しく($L_x = \Delta x$)、y方向の寸法 L_y も行方向画素ピッチ Δy と等しくなっており($L_y = \Delta y$)、各画素3の中央部には画素開口領域(透明電極の配置されている部分)4が設けられ、画素開口領域4は配線領域5で囲まれている。

【0025】一方、マイクロレンズアレイ8は、平板状をした透明な基板部9の表面にレンズ形状(開口形状)が6角形の多数のマイクロレンズ10をほぼ隙間なく凸設したものであって、基板部9の他方の裏面を液晶表示パネル7に貼り合わされている。詳しくいうと、各マイクロレンズ10はx方向には6角形の辺同志を隣接させるようにして列方向画素ピッチと等しいピッチ Δx で一列に配列されており、y方向にはマイクロレンズ10の列同志が列方向ピッチの半ピッチ $\Delta x/2$ だけ列方向へずれた状態で行方向画素ピッチと等しいピッチ Δy 毎に行方向に配列されている。こうして、図2に示すように、各マイクロレンズ10の中心Qは、対応する各画素3の中心Pと一致するように配置されている。

【0026】具体的にいうと、各マイクロレンズ10のレンズ形状は、マイクロレンズ10の中心Qを通るx軸方向の対称軸に関して上下対称で、中心Qを通るy軸方向の対称軸に関して左右対称となっている。また、各マイクロレンズ10は周囲に幅 Δs の隙間(非レンズ部分)11を設けて配置されており、このため各マイクロレンズ10のx方向の(幅)寸法 W_x 及びy方向の(高さ)寸法 W_y は、それぞれx方向のピッチ Δx 及びy方向のピッチ Δy よりも若干小さくなっている。各寸法 W_x 、 W_y が

$$W_x = W_y \quad \dots \textcircled{1}$$

となるように構成されている。この結果、図3(a)、(b)、(c)に示すように、マイクロレンズ10のx方向における断面の曲率半径 R_x (図3(c))と、マイクロレンズ10のy方向における断面の曲率半径 R_y (図3(b))とがほぼ等しくなり、各マイクロレンズ10のx軸方向の焦点位置とy軸方向の焦点位置との非点収差を小さくすることができ、それに応じて画素3の画素開口領域4を小さくすることができる。

【0027】上記①式を満たすマイクロレンズ10のレンズ形状を実現する方法としては、(7)マイクロレンズ10の6角形の各頂角を120度に保ったままで各辺の長さを異ならせる方法、(1)6角形の各辺の長さを等し

くしたままで、各頂角を120度と異なる方法、(4)6角形の各頂角及び辺の長さをともに調整する方法などが考えられる。例えば、(7)の方法であれば、図4(a)に示すように、マイクロレンズ10のレンズ形状である6角形の全頂角を120度とすると共に6角形の両側の辺の長さHと他の4辺(傾斜辺)の長さKの比を $H/K = \sqrt{3} - 1 \quad \dots \textcircled{2}$

(但し、 $\sqrt{3} = 3^{1/2}$)とする。さらに、画素3のx方向の寸法 L_x をマイクロレンズ10のx方向の幅 W_x とほぼ等しくして

$$W_x + 2\Delta s = L_x \quad \dots \textcircled{3}$$

とし、画素3のx方向の寸法 L_x (=列方向画素ピッチ Δx)と、画素のy方向の寸法 L_y (=行方向画素ピッチ Δy)との比を、

$$L_y/L_x = (2\sqrt{3} - 1) / (2\sqrt{3}) \quad \dots \textcircled{4}$$

となるようにすればよい。また、(1)の方法であれば、図4(b)に示すように、マイクロレンズ10のレンズ形状の6角形の全ての辺の長さを等しくすると共に6角形の上下の頂角 θ_1 と他の4つの頂角 θ_2 をそれぞれ

$$\theta_1 = 132^\circ$$

$$\theta_2 = 114^\circ$$

とする。さらに、画素3のx方向の寸法 L_x とy方向の寸法 L_y との比を、

$$L_y/L_x = 0.77 \quad \dots \textcircled{5}$$

となるようにすればよい。また、(4)の方法等であれば、角度と辺の長さの組合せによってよりマイクロレンズ10の設計の自由度は大きくなる。

【0028】図5(a)、(b)、(c)はマイクロレンズアレイ8の製造方法の一例を示す断面図であって、上記のようないずれのマイクロレンズアレイ8も以下のようにして作製することができる。まず、ガラス板やアクリル板等で形成した透明な基板部9の表面全体に透明な微小レンズ用材料12(例えば、透明なフォトレジスト材料など)をコーティングする(図5(a))。ついで、この微小レンズ用材料12の被膜にフォトマスクを重ねて露光し、さらに現像することにより、所定のレンズ形状(6角形)のレンズ母材13が多数得られるようにパターニングすると共に多数のレンズ母材13をデルタ配列し、パターニングされた各レンズ母材13同志の間に $2\Delta s$ の幅の隙間11を形成する(図5(b))。ついで、レンズ母材13をベークして溶融させると、溶融したレンズ母材13の表面が凸面となり、その表面が凸面の状態を保ったままでレンズ母材13を硬化させ、多数のマイクロレンズ10を形成する(図5(c))。

【0029】このようにしてレンズ母材13を溶融させると、レンズ母材13の中央が表面張力によって盛り上がり、図3(a)、(b)、(c)に示したようなレンズ形状が得られるが、このようにして得られたマイクロレンズ10の中央の厚みをdとすると、マイクロレンズ10の表面におけるx軸方向の曲率半径 R_x 及びy軸方向の

11

の頂点間を結ぶ線分の長さと、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ線分の長さとをほぼ等しくすれば、レンズ母材を溶融させてマイクロレンズを作製する場合に、マイクロレンズのレンズ形状をなす6角形の対向する頂点の組のうち、いずれか1組の頂点間を結ぶ方向のレンズ面曲率と、当該線分とほぼ直交する方向で対向する2辺間を結ぶ方向のレンズ面曲率とをほぼ等しくすることができ、ほぼ直交する2方向における焦点位置をほぼ一致させることができ、マイクロレンズの非点収差を小さくするのに有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a) (b) は本発明の一実施例による画像表示装置の構造を示す一部破断した平面図及び側面図である。

【図2】図1のA部拡大図である。

【図3】同上のマイクロレンズの形状を示す平面図、(b) は (a) のB-B線断面図、(c) は (a) のC-C線断面図である。

【図4】(a) (b) は同上の別なマイクロレンズの具体的な寸法関係を説明するための図である。

【図5】(a) (b) (c) は同上のマイクロレンズアレイの製造方法の一例を示す概略断面図である。

【図6】(a) (b) は同上のマイクロレンズアレイの量産方法を示す断面図である。

【図7】液晶テレビプロジェクタの構成を示す概略構成図である。

【図8】従来のマトリックス配列タイプの液晶表示パネルの構成を模型的に示す平面図である。

【図9】(a) は同上の液晶表示パネルを具体的に示す断面図、(b) は (a) のJ-J線断面図である。

【図10】従来のデルタ配列タイプの液晶表示パネルを

12

示す一部破断した平面図である。

【図11】同上の液晶表示パネルの画像表示時の発光部分と影の部分を表わした図である。

【図12】液晶表示パネルの照明光及び透過光を示す説明図である。

【図13】液晶表示パネルに円形のマイクロレンズを備えたマイクロレンズアレイを装着した構造を示す一部破断した斜視図である。

10 【図14】液晶表示パネルに矩形のマイクロレンズを備えたマイクロレンズアレイを装着した構造を示す一部破断した斜視図である。

【図15】矩形のマイクロレンズをデルタ配列されたマイクロレンズアレイを示す一部破断した平面図である。

【図16】レンズ形状が矩形のマイクロレンズアレイを装着した液晶表示パネルの照明光及び透過光を示す説明図である。

【図17】(a) は矩形のマイクロレンズを示す正面図、(b) は (a) のD-D線断面図、(c) は (a) のE-E線断面図である。

20 【図18】(a) は矩形のマイクロレンズの集光原理を説明する斜視図、(b) は (a) のx₁-y₁平面における光束の断面形状を示す図、(c) は (a) のx₂-y₂平面における光束の断面形状を示す図である。

【符号の説明】

1 画像表示装置

2 液晶表示パネル

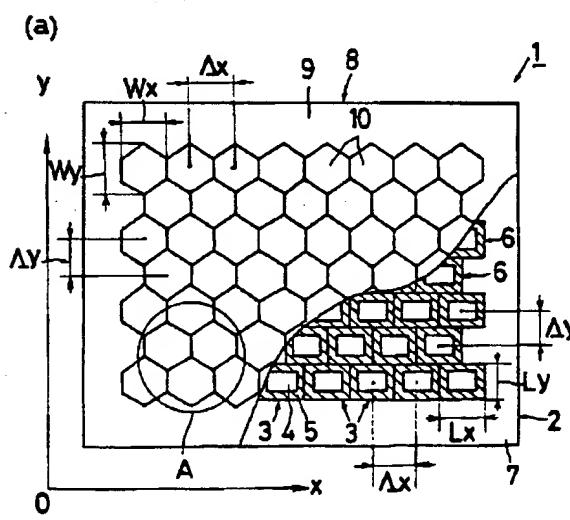
3 画素

6 画素列

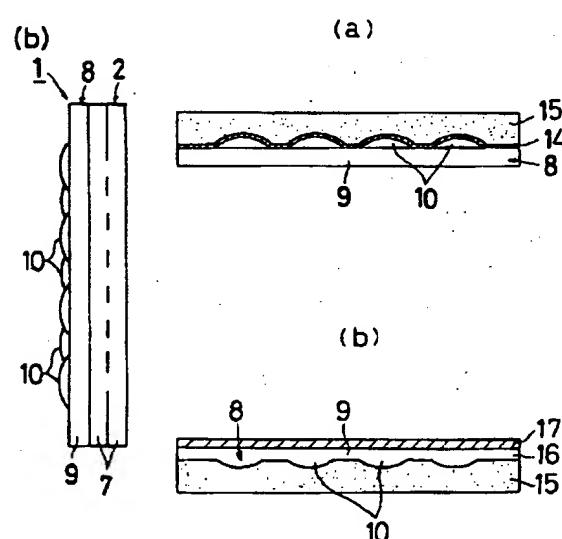
8 マイクロレンズアレイ

30 10 マイクロレンズ

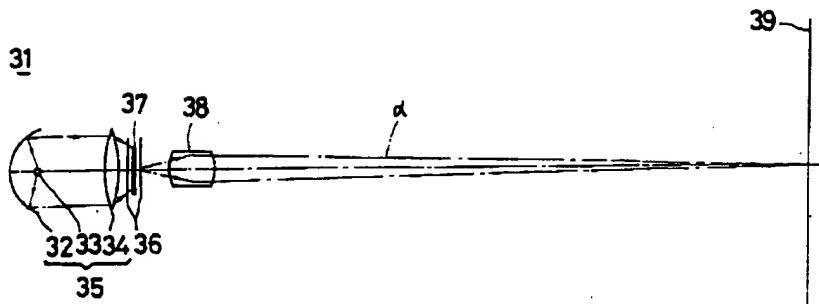
【図1】



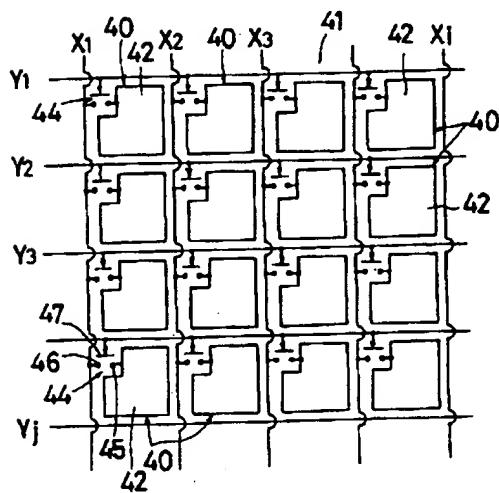
【図6】



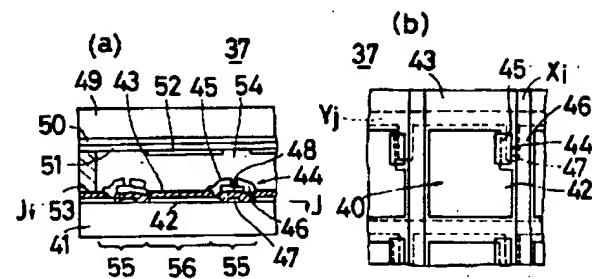
【図7】



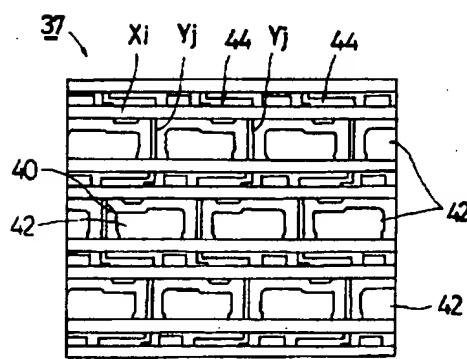
【図8】



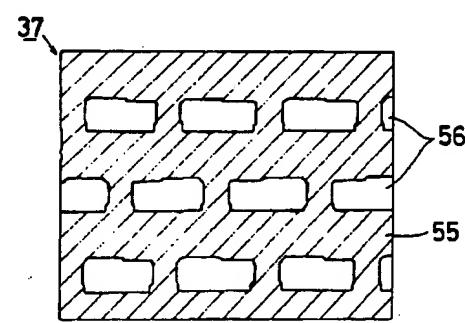
【図9】



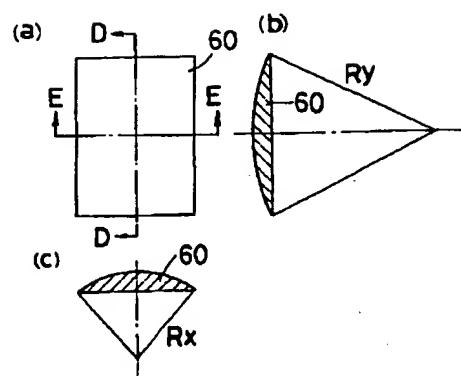
【図10】



【図11】



【図17】



【図18】

